

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FR04/003394

International filing date: 27 December 2004 (27.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0315544
Filing date: 30 December 2003 (30.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 08 April 2005 (08.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 22 MARS 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M+Planche', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 e W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 30 DEC 2003 LIEU 75 INPI PARIS F N° D'ENREGISTREMENT 03 15544 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 30 DEC. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET MOUTARD B.P. 513 78005 VERSAILLES CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) TRUSB0022			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie 0315544	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	
		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE DETERMINATION DE CARACTERISTIQUES OPERATIONNELLES D'UN PROGRAMME.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		TRUSTED LOGIC	
Prénoms			
Forme juridique		société anonyme	
N° SIREN		4 2 1 4 8 3 4 1 3	
Code APE-NAF		7 2 1 Z	
Domicile ou siège	Rue	5, rue du Bailliage	
	Code postal et ville	7 8 0 0 0 VERSAILLES	
	Pays	France	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES	
DATE	30 DEC 2003
LIEU	75 INPI PARIS F
N° D'ENREGISTREMENT	03 15544
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom	de Saint Palais	
Prénom	Arnaud	
Cabinet ou Société	CABINET MOUTARD	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	35, rue de la Paroisse
	Code postal et ville	77810 VERSAILLES
	Pays	France
N° de téléphone (facultatif)	01 30 83 79 79	
N° de télécopie (facultatif)	01 30 83 79 78	
Adresse électronique (facultatif)	asp@moutard.fr	
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques		
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG [] [] [] [] []		
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences		
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
 A. de Saint Palais - No 94-0306>		
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI		

5

- 10 La présente invention a pour objet un procédé pour la détermination de caractéristiques opérationnelles d'un programme.

Elle s'applique notamment à la validation d'applications par rapport à des critères opérationnels spécifiques donnés et, en particulier, à l'automatisation
15 du contrôle du programme en vue de son exécution sur des plates-formes cibles par des utilisateurs donnés.

L'invention concerne également un système mettant en œuvre le procédé selon l'invention pour garantir que des applications proposées par un serveur
20 respectent des critères de validité associés aux plates-formes d'exécution de ces applications.

La plupart des petits systèmes embarqués (terminaux de paiement, organisateurs électroniques, téléphones mobiles, cartes à puce, etc.), réalisés il y a quelques
25 années, étaient des systèmes fermés ne pouvant exécuter que des programmes déterminés installés lors de la fabrication. De même, bien que fonctionnellement plus ouverts, la plupart des ordinateurs étaient déconnectés de tout réseau et les quelques programmes qu'ils exécutaient avaient pour origine des éditeurs de logiciels bien identifiés. Du fait de cette faible
30 variabilité, il était alors possible de « contenir » les défauts de fonctionnement des plates-formes d'exécution et des programmes.

- Aujourd'hui, la tendance est à l'ouverture des petits systèmes embarqués : même si la maîtrise n'en revient pas toujours directement à l'utilisateur final, on peut désormais charger de nouveaux programmes sur ces plates-formes d'exécution. Par ailleurs, beaucoup d'ordinateurs et de systèmes embarqués sont connectés, temporairement ou non, à des réseaux (Internet, téléphonie mobile, etc.) sur lesquels sont téléchargés des programmes aux origines souvent inconnues et aux fonctionnalités souvent indéterminées. Enfin, la segmentation des marchés et la multiplication des fournisseurs, des modèles matériels et des versions logicielles conduisent, malgré la définition de standards, à des combinaisons de configurations qui n'ont pas toujours été anticipées. Cette situation accentue les risques de dysfonctionnement, notamment en ce qui concerne la sécurité et l'interopérabilité.
- Volontaires ou involontaires, les dysfonctionnements d'une application concernent en premier chef la sécurité. Une application peut par exemple effectuer des opérations illicites (divulguer un code secret, se connecter à des sites non autorisés, effectuer silencieusement des envois de messages, etc.), effectuer des opérations licites mais pour lesquelles elle n'a pas les droits appropriés, consommer plus de ressources que ce à quoi elle peut prétendre et ainsi en priver d'autres applications, altérer des données précieuses, etc.

Un autre souci majeur concerne l'interopérabilité. En effet, une application peut faire appel à des fonctionnalités matérielles ou logicielles qui s'avèrent ne pas être présentes sur la plate-forme d'exécution (par exemple parce qu'elles sont optionnelles ou limitées) ou qui sont présentes d'une manière inattendue (par exemple à cause d'une incompatibilité de version). Dans ce cas, l'application ne fonctionne pas ou fonctionne mal, ce que l'utilisateur final peut imputer à tort au fournisseur du service ou du matériel.

Les conséquences de ces dysfonctionnements peuvent être très graves dans le cas de systèmes critiques où la sécurité est primordiale. C'est le cas par exemple pour les applications dans le domaine de la banque, de la santé, du transport, de l'identité, etc. Même lorsque les dysfonctionnements sont mineurs pour les utilisateurs et ne se soldent que par de faibles dégâts ou des indisponibilités des systèmes, les retombées commerciales peuvent être désastreuses pour les fournisseurs de matériel ou de logiciels : non seulement cela peut nécessiter de coûteux rappels de matériel, mais surtout cela peut endommager leur image auprès des consommateurs. Le risque est notamment manifeste pour les opérateurs téléphoniques qui permettent à leurs utilisateurs de télécharger de nouveaux programmes dans leurs téléphones mobiles.

Outre les problèmes de sécurité et d'interopérabilité, certains fournisseurs veulent aussi appliquer une discipline de déontologie (par exemple, pour le contrôle d'accès des mineurs), des principes d'ergonomie ou des règles de style (par exemple, pour le respect d'un « Look and Feel »).

Le problème qui se pose est en fait plus généralement celui du contrôle de l'adéquation d'un programme à une certaine « politique » de sécurité, d'interopérabilité, etc.

Avant de répondre à la question du contrôle des programmes, une première étape consiste tout d'abord à établir des critères qui définissent s'il est acceptable ou non qu'un programme donné soit exécuté sur une plate-forme cible donnée (ou un ensemble de plates-formes) par certains groupes d'utilisateurs donnés. Des critères de sécurité peuvent notamment être issus d'une analyse de risque préalable, qui évalue notamment les biens à protéger sur la plate-forme et dans les programmes, les menaces à l'encontre de ces biens, et les mesures à prendre pour s'en prémunir. Des critères d'interopérabilité peuvent être tirés des cas d'erreur signalés par les équipes de

test et les utilisateurs, ainsi que de l'expérience de bonne programmation des développeurs.

5 Par exemple, dans le cas d'application pour cartes à puce, un critère sécuritaire peut stipuler qu'il est interdit d'utiliser des clés « DES » trop faibles, par exemple d'une longueur inférieure à 128 bits. De même, un critère d'interopérabilité peut stipuler de ne pas utiliser de clé « RSA », ou de clés « RSA » de longueur supérieure à 1024 bits, parce que la plate-forme cible ne permet pas de manipuler ce type de clés, ou des clés d'une telle taille.

10

Pour pouvoir être vérifiés de manière non ambiguë, les critères doivent être clairement formulés. Un critère s'exprime souvent sous forme de contraintes concernant l'usage de routines ou classes de bibliothèques. Dans le cas d'applications « Java Card » (langage qui est spécialisé pour l'exécution sur
15 une carte à puce), l'exemple de critère sécuritaire ci-dessus s'exprime de manière plus explicite par : « La méthode « buildKey(keyType, keyLength, ...) » n'est pas appelée avec un argument « keyLength » inférieur à 128 si l'argument « keyType » est égal à la valeur de la constante « TYPE_DES » ». (« Java » et « Java Card » sont des marques déposées de Sun Microsystems.
20 Pour des raisons de lisibilité, le préfixe de classe « javacard.framework.KeyBuilder » sera volontairement omis).

Ainsi le programme suivant satisfait-il le critère sécuritaire :

```

"void install(byte[] buf, short ofs, short len) {
    ...
    switch(buf[ofs++]) {
        case 1: // Use DES 128 bits
5         myKey = buildKey(TYPE_DES, LENGTH_DES3_2KEY);
            break;
        case 2: // Use DES 192 bits
            myKey = buildKey(TYPE_DES, LENGTH_DES3_3KEY);
            break;
10        case 3: // Use RSA 1024 bits
            myKey = buildKey(TYPE_RSA_PRIVATE, LENGTH_RSA_1024);
            break;
    }
    ...
15 }

```

En effet, quels que soient les chemins d'exécution, la méthode « buildKey » est toujours appelée avec des arguments compatibles avec le critère : ou bien « keyType » vaut « TYPE_DES » et « keyLength » vaut « LENGTH_DES3_2KEY » (égal à 128) ou « LENGTH_DES3_3KEY » (égal à 196), ou bien « keyType » vaut « TYPE_RSA_PRIVATE » (différent de « TYPE_DES »).

En revanche, le programme suivant ne satisfait pas le critère.

```

25 void install(byte[] buf, short ofs, short len) {
    ...
    myKey = buildKey(buf[ofs++], buf[ofs++]);
    ...
    }
30

```

En effet, la valeur « buf » est un argument dynamique : il est donc possible de construire des clés de type et de longueur arbitraire. En particulier, il est donc possible que « buf[ofs] » soit égal à « TYPE_DES » et que « buf[ofs+1] » soit inférieur à 128.

35

En ce qui concerne le contrôle effectif d'un programme, l'état de l'art peut se résumer comme suit :

Pour déterminer si un programme donné satisfait des critères donnés pour une plate-forme donnée, plusieurs approches sont aujourd'hui employées. Elles se distinguent selon plusieurs aspects : le contrôle est statique (avant l'exécution sur la plate-forme) ou dynamique (pendant l'exécution) ; le contrôle est « boîte
5 noire » (sans regarder le code) ou « boîte blanche » (en regardant le code) ; le contrôle est « manuel » (sans l'aide d'outils d'analyse) ou automatique (avec l'aide d'un outil d'analyse). Les contrôles couramment employés sont les suivants :

- 10 • Les critères, notamment sécuritaires, peuvent être mis en oeuvre par des contrôles dynamiques effectués au cours de l'exécution du programme. Cette approche a trois désavantages majeurs. Tout d'abord, elle découvre les problèmes trop tard, une fois le programme déjà chargé et en cours
15 d'exécution. Ensuite, parce qu'elle n'a qu'une vision « boîte noire » de l'application, elle nécessite de borner arbitrairement l'exploitation des fonctionnalités et ressources de la plate-forme (par exemple, pas d'envoi de plus de trois messages). Enfin, elle ne résout pas les problèmes d'interopérabilité.
- 20 • Le programme peut aussi être testé en boîte noire, sans regarder le code. Avec cette approche, le programme est exécuté dans un certain nombre de circonstances supposées représentatives, et son comportement est observé de l'extérieur pour juger s'il respecte les critères. Cette solution peut
25 permettre de répondre à certaines questions liées à l'ergonomie, mais ne procure pas de garantie forte sur les questions de sécurité ou d'interopérabilité. En effet, on n'examine avec cette méthode qu'un petit nombre de chemins d'exécution possibles, alors qu'il en existe une infinité. Par exemple, des chevaux de Troie (programme ou données qui semblent inoffensives lorsqu'elles sont chargées sur la plate-forme mais qui facilitent
30 ensuite une attaque, par exemple par un pirate ou un virus) ne peuvent être détectés à coup sûr.

- 5 • Le programme peut être contrôlé manuellement, en regardant le code mais sans l'aide d'un outil d'analyse. Cette solution a de nombreux désavantages. Un tel contrôle est en effet long (donc coûteux) et fastidieux, ce qui interdit en pratique le traitement de gros volumes de programmes. De plus, il faut repayer le coût du contrôle à chaque nouvelle version du programme, de la plate-forme d'exécution ou des critères. Par ailleurs, cette approche suppose en pratique que le code source du programme est disponible, ce qui est peu souvent le cas pour des raisons de confidentialité ou de propriété industrielle. Lorsque seul le code objet est disponible, l'analyse manuelle devient extrêmement longue et difficile, et le risque d'une erreur humaine est multiplié d'autant.
- 10
- 15 • Le programme peut aussi être contrôlé automatiquement, avec l'aide d'un outil d'analyse. Plusieurs types d'outil existent aujourd'hui :
- 20 - Certains outils vérifient à l'aide d'une analyse statique que le code d'un programme respecte des règles générales de bonne formation et de bon typage, ce qui apporte certaines garanties de bon fonctionnement, quelle que soit la plate-forme cible. C'est par exemple le cas des vérificateurs de code octet (« bytecode verifiers ») associés aux environnements d'exécution « Java », y compris « Java Card ». De tels analyseurs de types peuvent fonctionner aussi bien sur le code source que sur le code objet. Ils ne répondent toutefois pas à des critères particuliers, concernant par exemple la sécurité ou l'interopérabilité.
- 25
- 30 - D'autres outils, surtout destinés aux développeurs, vérifient à l'aide d'une analyse statique que le code d'un programme ne peut pas effectuer d'opérations qui n'ont pas de sens, comme de déréférencer un pointeur nul ou accéder à un élément de tableau hors des limites. Ces outils apportent ainsi certaines garanties de bon fonctionnement, quelle que soit la plate-

forme cible. Mais comme pour les analyseurs de type, ils ne répondent pas à des critères particuliers.

- Enfin, certains outils examinent le code du programme, source or objet, pour rechercher des occurrences d'appels de routines. Ils permettent ainsi d'appliquer des critères spécifiques qui interdisent l'usage de certaines routines (que ce soit pour des raisons de sécurité ou d'interopérabilité) : ils rejettent tout programme qui comportent des appels à ces routines. Cependant, de tels outils ne peuvent pas non plus vérifier le genre de règle donné en exemple ci-dessus : il faut non seulement détecter que la méthode « buildKey » est appelée mais aussi savoir si son premier argument est égal à « TYPE_DES » et son deuxième argument inférieur à 128.

Compte tenu des problèmes précédemment évoqués, l'invention a plus particulièrement pour but de permettre le développement d'outils de contrôle qui peuvent d'adapter aux besoins de règles spécifiques tout en permettant la vérification automatique de règles complexes, concernant notamment la valeur possible des arguments de certaines opérations et l'enchaînement de telles opérations.

20

A cet effet, elle propose un procédé pour la détermination de caractéristiques opérationnelles d'un programme mettant en œuvre une procédure de vérification comportant les étapes suivantes :

- 25 - une première étape d'expression des caractéristiques opérationnelles du programme comme des fonctions portant sur des événements pouvant se produire au cours des exécutions possibles du programme ;
- une deuxième étape d'extraction, par des analyses de programme, à la fois de la structure du programme, des chemins d'exécution possibles et des valeurs manipulées en différents points du programme ;

30

- une troisième étape de détermination desdites caractéristiques en calculant les fonctions associées, grâce aux informations extraites par lesdites analyses.

5

Ce procédé pourra prendre en compte les paramètres suivants :

- un ensemble de caractéristiques concernant les opérations que le programme peut effectuer au cours de son exécution, et/ou

10

- un degré de précision éventuel avec lequel ces caractéristiques doivent être déterminées, et/ou

15

- un ensemble éventuel de contextes d'exécution particuliers dans lesquels le programme sera toujours exécuté, et/ou

- une description éventuelle de spécificités opératoires d'un ensemble de plates-formes sur lesquelles le programme sera exécuté.

20 Avantageusement, les informations extraites au cours de la deuxième étape du procédé pourront être représentées à l'aide d'une ou plusieurs des structures suivantes : graphe d'état du programme, graphe d'héritage, graphe d'appel des routines du programme, graphe de flot de contrôle de chaque routine du programme, structure de boucles et de rattrapage d'exceptions, structure de
25 blocs de base (« basic blocks »), abstraction de l'état du programme en un point d'exécution, étant entendu que :

- ladite extraction d'informations ne porte pas sur des informations inutiles à la détermination des caractéristiques opérationnelles, tant du point de vue
30 de la quantité d'informations extraites que de la précision de ces informations,

- les informations majeures parmi lesdites informations extraites sont calculées et stockées, tandis que les autres informations ne sont calculées que lorsque nécessaire pour la détermination desdites caractéristiques opérationnelles.

5

Par « information majeure », on entend les informations extraites aux nœuds d'une décomposition du code des routines en un graphe de blocs de base (« basic blocks »), les autres informations (dans le corps des blocs de base) étant recalculées par une analyse locale à partir des informations stockées en
10 début et en fin de bloc correspondant.

Il apparaît clairement que ce procédé peut être mis en œuvre pour réaliser un système d'exécution multi applications garantissant que les applications respectent des critères de validité donnés.

15

L'invention s'applique en outre au filtrage automatique d'un ensemble de programmes par rapport à un ensemble de critères de validité donnés. Dans ce cas, les susdites caractéristiques opérationnelles représentent des critères de validité. L'étape de détermination établit alors soit que le programme est
20 valide parce qu'il respecte chacun desdits critères ou invalide parce qu'au moins l'un desdits critères ne peut pas être respecté.

Les trois étapes de la procédure de vérification mises en œuvre par le procédé selon l'invention seront décrites plus en détail ci-après, à titre d'exemple non
25 limitatif.

Expression des critères :

Dans un premier temps, les critères sont traduits en termes d'événements
30 définis comme la réalisation d'opérations particulières portant sur des valeurs particulières en des points de programme particuliers. A titre d'exemple,

certaines desdites opérations particulières (qui, accompagnées de contraintes sur les valeurs manipulées, les points d'exécution, et les états du programme, forment des événements) sont définies comme l'une des actions suivantes :
5 sur un port donné, calcul d'une expression arithmétique donnée, fin d'exécution du programme ou d'une routine (sur un retour normal ou une levée d'exception).

Un événement est par exemple l'appel à une routine avec un argument à
10 l'intérieur d'un certain intervalle (cf. exemple ci-dessus concernant l'appel à la méthode « buildKey » avec un argument inférieur à 128), l'accès à un élément de tableau à un certain indice, le fait que les arguments d'une addition sont tels que l'addition peut déborder, l'atteignabilité d'un point de programme sous une condition symbolique portant sur les valeurs manipulées par le
15 programme, le fait que le programme ou une routine termine dans un état particulier en levant une exception particulière, etc.

Un critère même s'exprime comme une fonction qui porte sur les occurrences ou séquences particulières d'occurrences de tels événements, au cours des
20 diverses exécutions possibles du programme. On peut ainsi modéliser des critères relativement complexes.

Un cadre possible pour l'expression formelle de tels critères est la logique temporelle linéaire (LTL). Ce formalisme permet d'exprimer par exemple que
25 des événements se produisent toujours, ou bien tôt ou tard, ou bien qu'une condition reste vraie jusqu'à ce qu'un événement se produise, etc.

Par exemple, « Java Card » fournit une aide spécifique pour réaliser une transaction (mise à jour atomique de l'état permanent du système). Pour cela,
30 il faut appeler la méthode « beginTransaction() », effectuer des mises à jour, puis appeler la méthode « commitTransaction() ». On est alors garanti qu'en

cas de remise à jour (notamment intempestive) de la carte, soit aucune modification n'aura effectuée, soit toutes les modifications n'auront été effectuées. Le critère de validité des transactions stipule notamment que la méthode « `commitTransaction()` » ne doit être appelée qu'après l'appel de

5 « `beginTransaction()` ».

Les séquences d'événements peuvent aussi faire intervenir les valeurs manipulées par le programme. Par exemple, si un critère stipule qu'on ne peut pas libérer une ressource sans l'avoir auparavant allouée — sinon la libération

10 échouerait —, on peut définir une règle explicite du type suivant : une routine donnée (par exemple de libération de ressource) ne peut être appelée avec un certain argument que si cet argument a été la valeur de retour d'une autre routine donnée (par exemple d'allocation de ressource) appelée précédemment. Un tel exemple dans l'implémentation « Java Card » de la

15 spécification « Open Platform v2.0.1' » est donné par la méthode de fermeture de canal sécurisé (« `closeSecureChannel` »), qui doit être appelée avec comme argument la valeur de retour de la méthode d'ouverture de canal sécurisé (« `openSecureChannel` »). Le programme suivant est invalide en ce sens :

```
void process(APDU apdu) {  
20     ...  
    chanNum = openSecureChannel(apdu);  
    ...  
    closeSecureChannel(0);  
    ...  
25 }
```

En effet, pour que ce programme soit valide, il faudrait que la fermeture du canal sécurisé s'effectue par « `closeSecureChannel(chanNum)` ». De fait, ce programme ne fonctionne que dans le cas où la méthode

30 « `openSecureChannel` » retourne la valeur 0.

On peut aussi par exemple vouloir s'assurer que des traitements spécifiques doivent nécessairement être prévus pour un ensemble de circonstances

particulières. Un critère associé peut par exemple s'exprimer par la règle suivante : pour toute valeur d'un argument donnée d'une routine donnée (par exemple d'enregistrement de l'application aux interruptions ou événements
5 programmatisés désignés par cet argument), il existe du code d'une autre routine donnée (par exemple de traitement des interruptions ou événements
programmatisés auxquels l'application est abonnée) qui est uniquement
atteignable lorsque cette autre routine est appelée avec en argument ladite
valeur.

10 La traduction des critères en terme de règles explicites ainsi formulées peut s'effectuer une fois pour toute, tant que les critères restent les mêmes. Sauf dans le cas particulier de critères dépendant d'une spécification ou d'une implémentation de programme donnée, la traduction est en effet indépendante
des programmes.

15

Extraction d'informations par analyses de programme :

Dans un deuxième temps, pour un programme donné, des analyses statiques extraient des informations concernant la structure du programme, les chemins
20 d'exécution possibles du programme et les valeurs possibles, sous différentes conditions d'exécution, des données manipulées en divers points des chemins d'exécution.

Il existe un ensemble de techniques connues pour déterminer des informations
25 sur les chemins d'exécution possible du programme. Ces techniques permettent de calculer notamment le graphe d'appel des routines du programme et, pour chaque routine, son graphe de flot de contrôle (dont les nœuds sont regroupés ou non dans des blocs de bases) et sa structure de boucles et de rattrapage d'exceptions. Ces diverses structures de données sont
30 des expressions finies et régulières qui peuvent représenter en fait une infinité de chemins d'exécution et qui forment un surensemble (pour des raisons

d'approximation expliquées ci-dessous) de l'ensemble de tous les chemins d'exécution possibles du programme.

Il existe également des techniques, notamment l'interprétation abstraite, qui
5 permettent d'obtenir des valeurs approchées (par exemple, des ensembles de valeurs possibles) des données manipulées par le programme en divers points d'exécution du code. Ce type d'information est ordinairement calculé afin de détecter des opérations élémentaires qui risquent d'échouer, comme la
10 déréréférence d'un pointeur nul ou l'accès à un élément de tableau hors de ses limites. Mais l'interprétation abstraite est plus générale. Elle peut notamment manipuler des valeurs symboliques et ainsi déterminer les conditions abstraites associées aux divers chemins d'exécutions que le programme peut emprunter. Cela permet par exemple de savoir, comme dans l'exemple des traitements
15 spécifiques ci-dessus, si un point de programme est uniquement atteignable sous une condition particulière, donnée ou calculée.

D'autres éléments d'architecture du programme, comme le graphe d'héritage (exprimant la hiérarchie de classes dans le cas des langages à objets), peuvent
20 aussi être déterminés.

Détermination du respect des critères :

Dans un troisième et dernier temps, les critères sont évalués sur les informations extraites par les analyses. Autrement dit, les fonctions associées
25 aux critères sont évaluées en considérant, pour l'ensemble des chemins d'exécution possibles calculés, les occurrences ou séquences particulières d'événements constitués par la réalisation d'opérations particulières en des points de programme particuliers et portant sur des valeurs particulières. La nature effective des calculs dépend de la formulation des critères et des types
30 d'informations extraites par les analyses.

De nombreux perfectionnements de l'invention peuvent être construits sur la base de la procédure décrite ci-dessus. Des exemples de tels perfectionnements, qui sont combinables les uns avec les autres, seront décrits individuellement ci-après.

5

Paramétrisation de la précision :

On observera tout d'abord que, dans le cas général, les chemins d'exécution et les valeurs manipulées par le programme correspondent à des propriétés mathématiques dites indécidables : on ne peut pas les déterminer avec exactitude mais on peut toutefois les approcher. En pratique, cela signifie qu'on ne peut connaître les chemins et les valeurs manipulées qu'avec une précision limitée.

15 Or il est souvent primordial que ces informations soient déterminées avec une grande précision. Dans le cas contraire, on peut signaler qu'un critère (par exemple qui impose qu'une quantité soit positive) risque de ne pas être respecté (par exemple parce qu'on a pu seulement déterminer que cette quantité pouvait être comprise entre -10 et 30) alors qu'une meilleure
20 précision d'analyse (par exemple qui déterminerait que cette quantité ne peut en fait qu'être comprise entre 5 et 20) aurait permis de conclure que le critère est toujours respecté.

En l'absence d'une précision suffisante, il faut soit rejeter l'application « par
25 sécurité » (au risque de rejeter une application inoffensive), soit contrôler manuellement les critères sur lesquels l'analyse automatique n'a pu conclure. En cas d'analyse manuelle, on peut bénéficier des informations extraites par l'analyse qui, bien que pas suffisamment précises, permettent souvent néanmoins de circonscrire le périmètre de la vérification.

30

Dans tous les cas, il est avantageux de permettre une paramétrisation de la précision avec laquelle on effectue lesdites analyses. Ce paramétrage peut concerner les domaines de valeurs abstraites. Par exemple, les valeurs entières peuvent être abstraites par des valeurs exactes (ou la valeur indéterminée) ou
5 par des intervalles. De même, les références peuvent être abstraites par leur type ; les tableaux, par une indication de leur longueur ; les chaînes de caractères, par une indication du préfixe connu (éventuellement vide) de la chaîne, etc. Le paramétrage peut aussi concerner les points de fusion de valeurs au cours de l'interprétation abstraite : analyse sensible au point de
10 programme ou non, analyse mono-procédurale ou inter-procédurale, analyse sensible au contexte ou non, etc.

Exécution du programme dans des contextes particuliers :

15 Par ailleurs, quelle que soit la précision de l'analyse, les valeurs approchées des données manipulées sont des propriétés du programme qui sont vraies pour toutes les exécutions possibles du programme, c'est-à-dire quels que soient ses arguments d'entrée. Or il est des cas où l'on sait que le programme ne sera utilisé que d'une certaine manière, dans certains contextes, c'est-à-dire
20 avec des contraintes connues concernant ses arguments.

En cette circonstance, on peut améliorer la précision de l'analyse en prenant en compte des hypothèses sur les valeurs de ces arguments. Dans le cas d'une analyse pas interprétation abstraite, au lieu de supposer tous les arguments
25 indéterminés, on peut notamment donner des valeurs abstraites particulières aux paramètres (y compris de configuration) et arguments du programme avant de lancer l'analyse.

Calculs réduits aux informations nécessaires :

Outre la précision des informations calculées, la quantité de ces informations est aussi un paramètre sur lequel on peut jouer. En particulier, il n'est pas nécessaire qu'une analyse de programme détermine toutes les valeurs manipulées en tous les points de programme. En effet, seules les informations
5 qui interviennent dans les formules qui représentent les critères n'ont à être calculées et mémorisées lors des analyses.

Pour réduire encore davantage la quantité d'informations stockées, on peut aussi ne mémoriser des informations qu'en certains points critiques et
10 recalculer les informations manquantes selon les besoins de l'évaluation des critères. Par exemple, on peut ne mémoriser les informations qu'aux nœuds d'une décomposition du code des routines en un graphe de blocs de bases (« basic blocks »); lorsqu'une information est nécessaire en un point de programme quelconque d'un bloc de base, elle peut aisément être recalculée
15 par une simple analyse locale à partir des informations stockées en début et fin de bloc.

Ces optimisations réduisent les ressources (espace mémoire, temps de calcul) nécessaires pour la mise en œuvre de la procédure de vérification. À
20 ressources constantes, ces optimisations permettent aussi une meilleure précision, et donc une réduction ou disparition des éventuelles vérifications manuelles additionnelles.

Calculs d'informations et évaluation des critères simultanés :

25

Dans le même esprit de réduction des ressources consommées, certains critères peuvent aussi être évalués au vol, au cours des analyses de programmes. En combinant, au moins pour certains critères, les deuxième et troisième étapes de la procédure de vérification, on évite un stockage massif
30 d'informations, même temporaire : l'information est consommée dès qu'elle est produite, et ensuite peut être oubliée.

Vérification de programmes interactifs :

Par ailleurs, la procédure décrite ci-dessus peut être appliquée à un programme
5 interactif, c'est-à-dire à un programme qui dépend d'un nombre indéterminé
de valeurs dynamiques externes résultant de cette interaction. Un tel
programme peut en effet être vu comme un programme qui lit
progressivement des suites de données, éventuellement infinies (les contextes
d'exécution sont donnés ici par une description abstraite des suites de données
10 possibles représentant lesdites valeurs dynamiques). Ces suites de données
peuvent être modélisées par des valeurs abstraites finies au même titre que les
autres arguments du programme, pour les besoins des analyses statiques.

Vérification de programmes dans des cadres d'exécution :

15 De plus, dans certains cas, une partie de la logique du programme peut être
gérée par un cadre d'exécution (« framework »), implémenté sur les plates-
formes. Par exemple, les applications « Java Card » s'inscrivent dans un tel
cadre. Une application « Java Card » doit notamment hériter de la classe
20 « javacard.framework.Applet » et définir deux méthodes : « install() » et
« process() ». L'exécution du programme consiste en l'appel par la plate-
forme de la méthode « install() » avec en argument un tableau d'octets, puis
(en omettant pour simplifier la question de la sélection) en un nombre
indéterminé d'appels de la méthode « process() » avec, à chaque appel, un
25 nouveau tableau d'octets en argument. (On peut remarquer que les
applications « Java Card » sont ainsi également des programmes interactifs au
sens indiqué ci-dessus).

Pour appliquer la procédure décrite ci-dessus à de tels programmes, il faut
30 aussi prendre en compte le cadre d'exécution. Dans l'exemple de « Java
Card », cela peut conduire à rendre explicite pour les analyses la boucle qui est

implicite dans le cadre d'exécution, qui effectue les appels de la méthode « process() ».

5 Les analyses statistiques pourront prendre en compte la sémantique de ce cadre d'exécution (y compris les éventuelles boucles d'interaction implicites du programme).

Graphe d'états :

10 Pour augmenter la précision des analyses, il est aussi parfois nécessaire de « dérouler » les boucles et appels récursifs du programme en fonction d'informations concernant les valeurs manipulées par le programme à l'exécution. On obtient ainsi non pas des informations globales qui sont vraies quel que soit le nombre d'itérations d'une boucle ou d'appels récursifs, mais
15 des informations locales, pour chaque tour de boucle ou appel récursif. Ce cas figure se produit notamment dans le cas de programmes interactifs qui s'insèrent dans des cadres d'exécution. Par exemple, dans le cas d'une application « Java Card », les appels successifs à la méthode « process() » peuvent conduire à des résultats d'analyse différents en fonctions des états du
20 programme calculés lors des appels précédents.

L'analyse de l'application, après déroulage de la boucle d'interaction implicite ainsi que abstraction et identification des états du programme, fournit alors comme résultat un graphe d'états sur lequel peuvent être calculés les critères.
25 Les nœuds de ce graphe d'états représentent les états de l'application ; les transitions de ce graphe sont étiquetées par les différents classes d'arguments fournis à la méthode « process() ».

Spécificités opératoires des plates-formes d'exécution :

Par ailleurs, comme indiqué en introduction, le bon fonctionnement d'un programme dépend de la plate-forme d'exécution, qui peut implémenter ou non, convenablement ou non, certaines fonctionnalités.

- 5 Afin de prévoir correctement ou plus finement le comportement d'un programme sur une plate-forme ou un ensemble de plates-formes donné, les spécificités opératoires de ces plates-formes (par exemple le comportement des bibliothèques) peuvent être fournies et exploitées au moment des analyses de programme. Bien sûr, l'évaluation des critères en fonction d'informations
10 extraites de telles analyses est alors spécifique aux plates-formes cibles correspondantes.

Dans le cas d'une analyse par interprétation abstraite, les spécificités opératoires peuvent être données par des fonctions abstraites qui définissent la
15 sémantique des opérations particulières de ces plates-formes.

Généralisation aux caractéristiques opérationnelles des programmes :

- Il est important aussi de noter que la procédure décrite ci-dessus ne se limite
20 pas à des critères booléens et couvre de fait un spectre plus large que celui de la validation d'applications. Plus généralement, cette procédure permet en effet de déterminer des caractéristiques opérationnelles d'un programme.

Par exemple, le procédé selon l'invention permet, grâce à ses trois étapes, de
25 déterminer les ressources consommées par le programme lors de son exécution, comme par exemple la quantité totale de mémoire allouée. La réunion des informations d'accès aux ressources, collectées le long des divers chemins d'exécution possibles, fournit en effet un encadrement des ressources consommées.

Cette procédure permet aussi notamment de déterminer les fonctionnalités de la plate-forme d'exécution qui sont exploitées par le programme lors de son exécution. On peut réunir pour cela les fonctionnalités utilisées qui sont recensées le long de chacun des chemins d'exécution possibles.

5

Validation de nouveaux critères :

On peut également observer que la procédure décrite ci-dessus analyse un unique programme donné par rapport à des critères donnés, critères
10 éventuellement spécifiques à une unique plate-forme ou classe de plates-formes d'exécution donnée.

Toutefois, il n'est pas forcément nécessaire de ré-analyser un programme quand se pose la question de son adéquation à de nouveaux critères ou à une
15 nouvelle plate-forme d'exécution. Il suffit en effet de ré-exploiter les informations précédemment extraites, et par exemple stockées dans une base de données.

Validation et filtrage d'un ensemble de programmes :

20

En réunissant les caractéristiques extraites d'un ensemble de programme, on obtient aussi une procédure de validation d'un groupe de programmes destinés à résider ensemble sur une plate-forme donnée. Autrement dit, on peut composer des groupes de programmes qui forment un tout cohérent par
25 rapport à des critères donnés.

Cette fonctionnalité peut être utilisée comme filtre sur un serveur d'applications. Connaissant les caractéristiques de la plate-forme d'exécution d'un utilisateur de ce service, les applications incompatibles avec cette plate-
30 forme sont masquées. L'utilisateur n'a ainsi accès qu'aux applications qui sont compatibles avec sa plate-forme d'exécution. Il est ainsi garanti du bon

fonctionnement de toute application qu'il voudrait charger. Il faut noter qu'il n'est pas nécessaire de refaire les analyses de programme pour proposer une liste d'applications valides à un utilisateur : les résultats d'analyse sont réutilisés ; seuls les calculs correspondant au test de compatibilité par rapport à la plate-forme d'exécution sont à refaire, s'ils n'ont pas eux aussi déjà été calculés.

De préférence, l'extraction d'informations par analyse statique de programme n'est effectuée qu'une fois par programme et réutilisée à chaque fois que nécessaire pour déterminer si le programme respecte un ensemble de critères de validité donné.

Abstraction des informations extraites :

- 15 En pratique, les résultats d'une analyse statique de programme peuvent être assez volumineux et donc difficile à stocker. Quand c'est le cas, il peut être avantageux d'abstraire ces résultats pour ne conserver que des informations simplifiées.
- 20 On peut notamment se limiter à un profil d'exécution, défini par exemple comme l'ensemble des fonctionnalités exploitées par le programme et la quantité maximale de ressources consommées au cours d'une exécution quelconque. Un tel profil, qui ne fait en particulier pas apparaître la notion de chemins d'exécution, requiert un espace mémoire de stockage beaucoup plus
- 25 faible. Il est aisément comparé à un ensemble de fonctionnalités connues comme disponibles sur la plate-forme pour les questions d'interopérabilité, un ensemble de fonctionnalités déclarées utilisables selon des critères de sécurité, et une borne concernant la consommation des ressources.
- 30 Cet usage du procédé permet d'élaborer le « diagnostic » d'une application, pour une classe de critères et de plates-formes d'exécution particulières.

Validation embarquée :

5 La détermination de caractéristiques opérationnelles peut s'effectuer, tout ou partie, sur la même plate-forme qui exécute le programme. Ce cas de figure est particulièrement intéressant dans le cas où les caractéristiques opérationnelles sont des règles de validité qui expriment le respect par un programme de critères particuliers et où la plate-forme d'exécution est un système embarqué, comme par exemple un téléphone mobile ou une carte à puce.

10

Deux cas particuliers sont à noter. Dans le premier cas, à la fois l'extraction des informations et l'évaluation des règles de validité sont effectuées sur la plate-forme d'exécution du programme. Dans le second cas, l'extraction des informations par analyses de programme est effectuée en dehors de la plate-
15 forme ; elle est ensuite transmise à la plate-forme, par exemple au moment du chargement du programme ; enfin, l'évaluation des règles de validité à l'aide des informations transmises est effectuée sur cette même plate-forme.

Comme précédemment mentionné, l'invention concerne également un système
20 mettant en œuvre le procédé précédemment décrit pour garantir que des applications proposées par un serveur à des clients respectent des critères de validité associés aux plates-formes d'exécution de ces applications.

Ce système pourra avantageusement comprendre des moyens de filtrage
25 conçus de manière à ce que, pour tout client désirant accéder aux applications pour une certaine plate-forme d'exécution, les applications soient filtrées conformément à la procédure de vérification précédemment décrite et que seules les applications qui respectent les critères de validité pour ladite plate-forme soient présentées au client.

30

De même, l'invention concerne un système d'exécution multi applications garantissant que les applications respectent des critères de validité donnés, ce système faisant intervenir un serveur d'analyses d'applications, un serveur de validation d'applications et une plate-forme d'exécution multi applications.

5

Ce système fait en outre intervenir des moyens permettant d'assurer, avant le chargement ou l'exécution d'une application sur la plate-forme :

- 10 - le respect par cette application desdits critères conformément au procédé précédemment décrit, l'extraction d'information s'effectuant sur le serveur d'analyses d'application tandis que l'évaluation desdits critères s'effectue sur le serveur de validation d'applications, et
- 15 - dans le cas où un des critères ne peut pas être respecté, l'échec du chargement ou de l'exécution de l'application, la modification de l'état du système et l'émission d'un signal sonore ou visuel pour avertir de l'échec du chargement ou de l'exécution.

20 Dans ce système, le serveur de validation d'applications pourra s'exécuter sur la plate-forme d'exécution multi applications, le serveur d'analyses d'applications s'exécutant hors de la plate-forme. Eventuellement, le serveur d'analyses d'applications et le serveur de validation d'applications pourront s'exécuter sur la plate-forme d'exécution multi applications.

Revendications

1. Procédé pour la détermination des caractéristiques opérationnelles d'un programme,

5 caractérisé en ce qu'il comprend une procédure de vérification comportant les étapes suivantes :

- une première étape d'expression des caractéristiques opérationnelles du programme comme des fonctions portant sur des événements pouvant se
10 produire au cours des exécutions possibles du programme ;

- une deuxième étape d'estimation, par des analyses de programme, à la fois de la structure du programme, des chemins d'exécution possibles et des valeurs manipulées en différents points du programme ;

15

- une troisième étape de détermination desdites caractéristiques en calculant les fonctions associées, grâce aux informations extraites par lesdites analyses.

20

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce les susdites caractéristiques opérationnelles sont indépendantes du susdit programme.

3. Procédé selon la revendication 1,

25 caractérisé en ce qu'il prend en compte :

- un ensemble de caractéristiques concernant les opérations que le programme peut effectuer au cours de son exécution, et/ou

30 - un degré de précision éventuel avec lequel ces caractéristiques doivent être déterminées, et/ou

- un ensemble éventuel de contextes d'exécution particuliers dans lesquels le programme sera toujours exécuté, et/ou
- 5 - une description éventuelle de spécificités opératoires d'un ensemble de plates-formes sur lesquelles le programme sera exécuté.

4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que la susdite première étape comprend l'expression desdites
10 caractéristiques opérationnelles comme des fonctions portant sur les
occurrences ou séquences particulières d'occurrences, au cours des diverses
exécutions possibles du programme, d'événements définis comme la
réalisation d'opérations particulières, portant sur des valeurs particulières, en
des points de programme particuliers, dans des états particuliers du
15 programme.

5. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que la susdite seconde étape comprend l'extraction, à l'aide
d'analyses statiques de programme et en tenant compte dudit degré de
20 précision éventuel avec lequel les caractéristiques doivent être déterminées et
desdites spécificités opératoires éventuelles de plates-formes d'exécutions,
d'informations concernant la structure du programme, les chemins d'exécution
possibles du programme et les valeurs possibles, en divers points des chemins
d'exécution et sous différentes conditions d'exécution, des états et données
25 manipulées par le programme.

6. Procédé l'une des revendications 4 et 5,
caractérisé en ce que la susdite troisième étape comprend la détermination, à
l'aide desdites informations extraites, desdites caractéristiques opérationnelles
30 par le calcul desdites fonctions sur les occurrences ou séquences particulières
d'occurrences d'opérations particulières, portant sur des valeurs particulières,

en des points de programme particuliers, dans des états particuliers du programme, pour l'ensemble des chemins d'exécution déterminé par les analyses.

5 7. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que, dans le cas où le programme est interactif et peut dépendre d'un nombre indéterminé de valeurs dynamiques résultant de cette interaction, les contextes d'exécution sont donnés par une description abstraite des suites de données possibles représentant lesdites valeurs dynamiques.

10 8. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que, dans le cas où le programme s'insère dans un cadre d'exécution (« framework »), les analyses statiques prennent aussi en compte la sémantique de ce cadre d'exécution, y compris les éventuelles boucles
15 d'interaction implicites du programme.

 9. Procédé selon la revendication 4,
caractérisé en ce que certaines desdites opérations particulières (qui, accompagnées de contraintes sur les valeurs manipulées, les points
20 d'exécution, et les états du programme, forment des événements) sont définies comme l'une des actions suivantes : appel à une routine donnée, accès à une variable donnée, lecture ou écriture sur un port donné, calcul d'une expression arithmétique donnée, fin d'exécution du programme ou d'une routine (sur un retour normal ou une levée d'exception).

25 10. Procédé selon la revendication 5,
caractérisé en ce que certaines desdites analyses statiques sont constituées par des interprétations abstraites du programme, sur des domaines abstraits qui peuvent représenter notamment des ensembles de valeurs possibles et des
30 expressions symboliques.

11. Procédé selon la revendication 5,
caractérisé en ce que lesdites informations extraites sont représentées à l'aide
d'une ou plusieurs des structures suivantes : graphe d'état du programme,
graphe d'héritage, graphe d'appel des routines du programme, graphe de flot
5 de contrôle de chaque routine du programme, structure de boucles et de
rattrapage d'exceptions, structure de blocs de base (« basic blocks »),
abstraction de l'état du programme en un point d'exécution.

12. Procédé selon la revendication 5,
10 caractérisé en ce que ladite extraction d'informations ne porte pas sur des
informations inutiles à la détermination des caractéristiques opérationnelles,
tant du point de vue de la quantité d'informations extraites que de la précision
de ces informations.

13. Procédé selon la revendication 5,
15 caractérisé en ce que seules les informations majeures parmi lesdites
informations extraites sont calculées et stockées et en ce que les autres
informations ne sont calculées que lorsque nécessaire pour la détermination
desdites caractéristiques opérationnelles.

20 14. Procédé selon la revendication 13,
caractérisé en ce que les informations majeures sont les informations extraites
aux nœuds d'une décomposition du code des routines en un graphe de blocs de
bases (« basic blocks ») et en ce que les autres informations (dans le corps des
25 blocs de base) sont recalculées par une analyse locale à partir des informations
stockées en début et fin du bloc correspondant.

15. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que lesdites caractéristiques opérationnelles représentent des
30 critères de validité et en ce que ladite détermination établit que le programme

est valide (parce qu'il respecte chacun desdits critères) ou invalide (parce qu'au moins un desdits critères peut ne pas être respecté).

16. Procédé selon la revendication 15,

5 caractérisé en ce que lesdits critères de validité expriment des règles de sécurité ou d'interopérabilité.

17. Procédé selon la revendication 1,

10 caractérisé en ce que lesdites caractéristiques opérationnelles caractérisent les ressources qui sont consommées et les fonctionnalités qui sont exploitées par le programme lors de son exécution et en ce que ladite détermination fournit un profil d'exécution du programme.

18. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6,

15 caractérisé en ce que le calcul de certaines desdites fonctions associées aux caractéristiques opérationnelles est effectué au cours desdites analyses statiques de programme, dès que certaines desdites informations sont extraites.

19. Application du procédé selon la revendication 15 au filtrage

20 automatique d'un ensemble de programmes par rapport à un ensemble de critères de validité donné,

caractérisé en ce que l'extraction d'informations par analyse statique de programme n'est effectuée qu'une fois par programme et réutilisée à chaque fois que nécessaire pour déterminer si le programme respecte ledit ensemble

25 de critères de validité.

20. Système de distribution d'applications garantissant que les applications respectent des critères de validité associés aux plates-formes d'exécution de ces applications,

30 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de filtrage conçus de manière à ce que, pour tout client désirant accéder aux applications pour une certaine

plate-forme d'exécution, les applications soient filtrées conformément à une procédure de vérification comportant les étapes suivantes :

- 5 - une première étape d'expression des caractéristiques opérationnelles des programmes comme des fonctions portant sur des événements pouvant se produire au cours des exécutions possibles des programmes ;
- 10 - une deuxième étape d'estimation, par des analyses des programmes, à la fois de la structure des programmes, des chemins d'exécution possibles et des valeurs manipulées en différents points des programmes ;
- 15 - une troisième étape de détermination desdites caractéristiques en calculant les fonctions associées, grâce aux informations extraites par lesdites analyses ;
- 15 seules les applications qui respectent les critères de validité pour ladite plate-forme étant présentées au client.

21. Système d'exécution multi applications garantissant que les applications respectent des critères de validité donnés,

20 caractérisé en ce qu'il comprend :

- un serveur d'analyses d'applications, un serveur de validation d'applications et une plate-forme d'exécution multi applications, et
- des moyens permettant d'assurer avant le chargement ou l'exécution d'une application sur la plate-forme :
 - 25 o le respect par cette application desdits critères conformément au procédé selon l'une des revendications 1 à 17, l'extraction d'informations s'effectuant sur le serveur d'analyses d'applications et l'évaluation desdits critères s'effectuant sur le serveur de validation d'applications, et
 - 30 o dans le cas où un des critères peut ne pas être respecté, l'échec du chargement ou de l'exécution de l'application, la modification de

l'état du système et l'émission d'un signal sonore ou visuel pour avertir de l'échec du chargement ou de l'exécution.

22. Système selon la revendication 21,

- 5 caractérisé en ce que le serveur de validation d'applications s'exécute sur la plate-forme d'exécution multi applications, le serveur d'analyses d'applications s'exécutant hors de la plate-forme.

23. Système selon la revendication 21,

- 10 caractérisé en ce que le serveur d'analyses d'applications et le serveur de validation d'applications s'exécutent sur la plate-forme d'exécution multi applications.

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1../1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		TRUSB0022
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 15544 du 30.12.2003
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCÉDE DE DETERMINATION DE CARACTERISTIQUES OPERATIONNELLES D'UN PROGRAMME.		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
CABINET MOUTARD - 35, rue de la Paroisse - 78000 VERSAILLES - agissant en qualité de mandataire auprès de : TRUSTED LOGIC (S.A.) 5, rue du Bailliage 78000 VERSAILLES		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	VETILLARD
	Prénoms	Eric
Adresse	Rue	Résidence Garbejaire 2, Bât 1 1 passage des Pignes
	Code postal et ville	10 6 5 6 10 VALBONNE
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	MARLET
	Prénoms	Renaud
Adresse	Rue	109 Avenue du Maine
	Code postal et ville	17 5 0 1 14 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
31 décembre 2003 A. de Saint Palais - No 94-0306		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
22

